(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 528 210**

(51) Int. CI.:

A22B 3/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.04.2008 E 08742803 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.11.2014 EP 2142001**

(54) Título: **Sistema y método para aturdir aves de corral con gas**

(30) Prioridad:

11.04.2007 US 922859 P
15.08.2007 US 893331

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.02.2015

(73) Titular/es:

PRAXAIR TECHNOLOGY, INC. (100.0%)
39 OLD RIDGEBURY ROAD
DANBURY, CT 06810, US

(72) Inventor/es:

LANG, GARY DEE;
NAYINI, NARSIMHA R. y
RAMPERSAD, BRYCE MARK

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para aturdir aves de corral con gas

Campo de la Invención

La presente invención se refiere a métodos y sistemas útiles para aturdir aves de corral en atmósfera controlada antes de su sacrificio.

Antecedentes de la Invención

La producción comercial de productos de aves de corral destinados a su venta para consumo se lleva a cabo por regla general en grandes plantas de transformación. En el presente, en muchas plantas de transformación actuales, las aves de corral son normalmente recibidas en jaulas transportadas por camiones desde los cuales las aves de corral son descargadas del camión en las jaulas y a continuación colocadas para su procesamiento posterior. Las aves de corral vivas son entonces colgadas cabeza abajo en una línea de grilletes portada por una cinta transportadora y sus cabezas son pasadas a través de una salmuera o de un baño de agua. A continuación, las aves son aturdidas utilizando electricidad de alto voltaje justo antes de ser sacrificadas.

Colgar a las aves cuando todavía están completamente despiertas puede ser muy problemático, y puede implicar altos costes de trabajo y lesiones en los trabajadores. No resulta inusual que las aves agiten sus alas, provocando tanto daños como coágulos sanguíneos en las aves, degradando por consiguiente la calidad global de la carne y reduciendo la producción.

El documento WO 2007/008536 A describe un método para aturdir aves de corral, que comprende los pasos de: (i) cargar uno o más lotes de aves de corral en una cámara de aturdimiento; (ii) encerrar de manera sellada el lote o los lotes de aves de corral en la cámara de aturdimiento para aislar la atmósfera próxima a las aves de corral; (iii) introducir una mezcla gaseosa en la atmósfera aislada para aturdir a las aves pertenecientes al lote o los lotes de aves de corral; (iv) forzar la evacuación de la mezcla gaseosa de la atmósfera aislada; y (v) hacer avanzar las aves de corral aturdidas desde la cámara de aturdimiento hacia un área de procesamiento. Aturdir a las aves de corral con gas como parte del régimen de procesamiento presenta la ventaja de resultar menos probable que las aves se muevan de manera exagerada, reduciendo así la carga de trabajo de los trabajadores y reduciendo también el riesgo de daños en las aves. Sin embargo, los sistemas de aturdimiento con gas actuales son complicados y económicamente caros. En particular, los sistemas existentes de aturdimiento de aves de corral implican generalmente altos costes de capital y requieren cambios significativos en la infraestructura de procesamiento existente y en el área operacional. Adicionalmente, la implementación y la puesta en funcionamiento de los muchos sistemas de aturdimiento de aves de corral existentes en un lugar de procesamiento típico implica habitualmente una interrupción y un tiempo de parada significativos en el funcionamiento del procesador.

Por consiguiente, existe una necesidad de un sistema compasivo de aturdimiento de aves de corral en atmósfera controlada capaz de mejorar la calidad el producto y de minimizar las pérdidas de producción, sin incurrir en la complejidad y el alto coste económico de los métodos y aparatos actuales de aturdimiento con gas.

Sumario de la Invención

En un aspecto amplio, la invención puede caracterizarse como un método para aturdir y matar aves de corral en atmósfera controlada de acuerdo con la reivindicación 1. En otro aspecto, la invención puede caracterizarse como un sistema para aturdir y matar aves de corral en atmósfera controlada de acuerdo con la reivindicación 8.

Breve descripción de los dibujos

Los aspectos ya mencionados y otros aspectos, características propias, y ventajas de la presente invención se apreciarán mejor a partir de la explicación más descriptiva de los mismos que se ofrece a continuación, presentada conjuntamente con los dibujos siguientes, en los cuales:

La Figura 1 es una vista en perspectiva de una única unidad de cámara de aturdimiento de aves de corral de acuerdo con una realización de la invención;

La Figura 2 es una vista superior en sección transversal de la cámara de aturdimiento de la Figura 1 que representa el flujo recirculante de gas a través de la cámara de aturdimiento;

La Figura 3 es una vista esquemática de un sistema con múltiples unidades de aturdimiento de aves de corral de acuerdo con otra realización de la invención;

La Figura 4 es una ilustración que representa el flujo recirculante de gas a través de la cámara de aturdimiento con múltiples unidades en el sistema de aturdimiento de la Figura 3;

La Figura 5 es otra vista esquemática más de un sistema con múltiples unidades de aturdimiento de aves de corral que utiliza múltiples cámaras de aturdimiento;

La Figura 6 es otra vista esquemática más de un sistema de aturdimiento de aves de corral con múltiples cámaras y múltiples etapas;

Las Figuras 7A y 7B ilustran otra representación esquemática de un sistema de aturdimiento de aves de corral de múltiples etapas; y

Las Figuras 8A y 8B representan otra representación esquemática más de un sistema de aturdimiento de aves de corral de múltiples etapas.

Descripción detallada de la Invención

Las aves de corral que van a ser tratadas por el sistema y el método de la presente invención son transportadas hasta una ubicación de tratamiento desde otra ubicación, preferiblemente desde una ubicación en la que las aves de corral han sido introducidas en jaulas o confinadas de otra manera. A continuación, las jaulas son transportadas hasta la ubicación de tratamiento, como por ejemplo en un camión o en otro vehículo. Preferiblemente, las jaulas u otras estructuras que confinan las aves de corral son de un diseño convencional que contiene a las aves de corral y evita que se escapen, y que permite el paso de una atmósfera gaseosa desde el exterior de la jaula hacia adentro y a través de la jaula. Preferiblemente, las partes superiores, las partes inferiores y las partes laterales de las jaulas son planas, con el fin de facilitar su apilado sobre un vehículo durante el transporte y con el fin de facilitar también la carga de la hilera de jaulas utilizando una carretilla elevadora u otra maquinaria hasta la cámara de aturdimiento. Tal como se utiliza el término en la presente memoria, una “hilera” de jaulas significa una pluralidad de jaulas alineadas o apiladas e incluye sin limitación una jaula, o dos o más jaulas apiladas verticalmente, o dos o más pilas verticales de jaulas situadas una al lado de la otra (estando en contacto o no estando en contacto unas con otras).

Las aves de corral enjauladas llegan a la ubicación de tratamiento vivas típicamente cargadas en un camión. Cuando las aves de corral llegan a la ubicación de tratamiento o de procesamiento se encuentran en una atmósfera ambiente, típicamente aire ambiente, y están respirándola. Las aves de corral son a continuación descargadas del camión estando todavía dentro de las jaulas y las hileras son situadas en una plataforma o en un alojamiento. A continuación, se llevan a cabo pasos con el fin de que la atmósfera que rodea a las aves de corral en la plataforma o en el alojamiento quede aislada y se cambiará la composición de la atmósfera aislada que están respirando las aves de corral de manera que la nueva composición, cuando es respirada, conduce a las aves de corral a un estado de letargo, pérdida de consciencia, pérdida de consciencia no recuperable, o muerte. Por supuesto se acepta que las aves de corral pueden pasar desde uno de estos estados al siguiente. Los términos “aturdimiento” y “aturdir” se utilizan en la presente memoria queriendo significar llevar a las aves de corral hasta un estado deseado de letargo, pérdida de consciencia, pérdida de consciencia no recuperable, y muerte.

La composición de la atmósfera aislada que es respirada por las aves de corral se cambia de tal manera que el contenido en oxígeno de esta atmósfera disminuye. El cambio de composición puede ser llevado a cabo de muchas maneras diferentes. Una característica propia común a las realizaciones descritas es que la composición del gas cambia y las aves de corral están obligadas a respirar la composición del gas, mientras las aves de corral permanecen confinadas en la plataforma o en el alojamiento.

Para efectuar el cambio deseado en la composición de la atmósfera a la que están expuestas las aves de corral, la atmósfera aislada a la que están sometidas las aves de corral se alimenta con un compuesto gaseoso o una mezcla de compuestos gaseosos. El compuesto o la mezcla cambian la composición de la atmósfera que está siendo respirada por las aves de corral generando una composición que posee un contenido de oxígeno menor, de tal manera que la inhalación de esta atmósfera conduce a las aves de corral que la están respirando a un estado deseado de letargo, pérdida de consciencia, pérdida de consciencia irrecuperable, o muerte.

El compuesto gaseoso o la mezcla de compuestos introducidos en la atmósfera circulante no deberían ser por sí mismos tóxicos para el animal sino inertes, conduciéndolos al estado deseado mediante una asfixia o un envenenamiento gradual del ave con el gas no respirable. Gases apropiados incluyen dióxido de carbono, nitrógeno, argón, y mezclas de los mismos. Debe apreciarse que el gas o la mezcla de gases que se añaden pueden estar libres de oxígeno o pueden contener oxígeno, siempre que el contenido global de oxígeno de la atmósfera que se está respirando disminuya.

Cuando las aves de corral que están expuestas a la atmósfera circulante han alcanzado el estado deseado de letargo, pérdida de consciencia o pérdida de vida, puede interrumpirse la adición de gas. La atmósfera aislada que rodea a las aves de corral se evacúa de manera forzada y se reemplaza con aire ambiente. Las hileras de jaulas con las aves de corral aturdidas se hacen avanzar entonces desde el alojamiento hasta un volquete basculante, en el que las aves son “vertidas” o “descargadas” fuera de las jaulas para un procesamiento posterior. El avance de las jaulas puede conseguirse utilizando una carretilla elevadora, mediante el movimiento de las jaulas a lo largo de una plataforma de rodamiento, mediante el movimiento de las jaulas a lo largo de un sistema transportador o mediante otros medios para mover físicamente las jaulas desde la cámara de aturdimiento hasta una ubicación alternativa.

Prestando ahora atención a las Figuras, y en particular a la Figura 1, se muestra una vista en perspectiva de una única unidad de cámara (10) de aturdimiento de aves de corral de acuerdo con una realización de la invención. Tal como se observa en la Figura, la cámara (11) de aturdimiento de aves de corral incluye una carcasa (12) que tiene una base (14) y una puerta (16) a través de la cual se cargan o se retiran las jaulas por la hilera de jaulas de la cámara de aturdimiento (11). Aunque no se muestra con detalle, la cámara de aturdimiento descrita incluye un conducto (22) de toma de aire fresco, y un conducto (24) de evacuación de gas, una fuente de gas de aturdimiento, un inyector u otro medio para introducir el gas de aturdimiento en la cámara (11) de aturdimiento y un ventilador para

recircular el gas de aturdimiento en el seno de un circuito (26) de recirculación de nuevo hacia adentro de la cámara (11) de aturdimiento principal. Cuando se completa el tratamiento de aturdimiento de múltiples fases, el sistema (10) de aturdimiento de aves activa varios reguladores de tiro de tal manera que se introduce aire fresco de reposición dentro de la cámara (11) de aturdimiento principal mientras se evacúa de manera forzada el gas de aturdimiento. El sistema (10) ilustrado también incluye un sistema (20) de control y un panel que incluye válvulas de cierre y de control de flujo apropiadas para facilitar el control automático del sistema (10) de aturdimiento.

La Figura 2 representa una vista superior del sistema de aturdimiento de la Figura 1 y representa vistas de corte parciales del alojamiento/carcasa (12) del sistema de aturdimiento y de la puerta (16) así como vistas parciales del conducto (22) de toma de aire y del conducto (24) de evacuación. Las flechas representan el flujo de gas recirculante a través de la cámara (11) de aturdimiento principal y del circuito (26) de recirculación.

La Figura 3 es una vista superior esquemática de un sistema de aturdimiento de aves de corral de múltiples unidades de acuerdo con otra realización de la invención. Tal como se ilustra en la Figura, se representan tres módulos o hileras de jaulas en la cámara (51) de aturdimiento de múltiples unidades. Estos tres módulos (52A, 53A, 54A) fueron cargados en la cámara (51) de aturdimiento de múltiples unidades a través de la puerta (56) de carga frontal en la parte frontal del alojamiento (58). Después de la carga, la puerta (56) de carga frontal se cierra y comienza la operación de aturdimiento de múltiples fases. Cuando se completa la operación de aturdimiento de múltiples fases, se abre la puerta (60) lateral de la cámara (51) de aturdimiento y se hacen avanzar los tres módulos (52A, 53A, 54A) hasta un área (70) de almacenamiento temporal donde los módulos (52B, 53B, 54B) son desplazados lateralmente a lo largo del área (70) de almacenamiento temporal y finalmente hasta el volquete (80) basculante o a la estación de vertido. Puesto que cada uno de los módulos que contienen a las aves aturdidas es retirado de la cámara (51) de aturdimiento a través de la puerta (60) lateral, se cargan nuevos módulos (52C, 53C, 54C) que contienen aves vivas y no aturdidas en la cámara (51) de aturdimiento a través de la puerta (56) de carga frontal. De esta manera, se aturden de manera simultánea y concurrente en los tres módulos precedentes tres módulos (es decir, tres lotes) de aves con un procesamiento posterior al aturdimiento de las aves.

La Figura 4 es una ilustración que describe de forma general el flujo de gas recirculante a través de la cámara de aturdimiento de múltiples unidades en el sistema de aturdimiento en atmósfera controlada de la Figura 3. Tal como se representa en la Figura, tres módulos o hileras de jaulas están colocados en una plataforma (62) o base del alojamiento (58) de la cámara de aturdimiento. Aunque no se muestra, los tres módulos (52A, 53A, 54A) se cargan en la cámara (51) de aturdimiento a través de la puerta de carga frontal.

La Figura 4 muestra también otra disposición del circuito (90) de recirculación de gas, del subsistema (92) de introducción de gas de aturdimiento y del ventilador (94) de recirculación donde las flechas representan el flujo de gas recirculante a través de la cámara (51) de aturdimiento principal con tres módulos (52A, 53A, 54A) dispuestos en su seno y el circuito (90) de recirculación también se muestran el conducto (95) de aire fresco de reposición y el conducto (97) de evacuación y los reguladores (98A, 98B, 98C) de tiro controlados que gobiernan la evacuación forzada del dióxido de carbono del sistema de aturdimiento. Durante las operaciones de carga del módulo, el subsistema de introducción de dióxido de carbono y el ventilador (94) de recirculación están apagados o inactivados. Cuando los módulos (52A, 53A, 54A) están ya cargados en la cámara (51) de aturdimiento, la puerta (56) de carga frontal se cierra y se sella de manera estanca antes de la activación del subsistema (92) de introducción de dióxido de carbono y del ventilador (94) de recirculación. Durante la operación de aturdimiento de múltiples fases, el regulador (98A) de tiro que da al conducto de aire fresco de reposición permanece cerrado mientras que el regulador (98B) de tiro está abierto. Una portezuela (98C) está situada entre el conducto (97) de evacuación y la cámara (51) de aturdimiento con el fin de permitir que la presión en la cámara (51) de aturdimiento se mantenga dentro de un intervalo deseado.

Tal como se discute con mayor detalle más adelante, la concentración de dióxido de carbono generalmente aumenta durante cada fase sucesiva de la operación de aturdimiento de múltiples fases. Cuando ha finalizado la operación de aturdimiento controlado, el regulador (98A) de tiro que da al conducto (95) de aire fresco de reposición se abre y el regulador (98B) de tiro se cierra con el fin de desviar el gas de dióxido de carbono hacia el conducto (97) de evacuación a través de la portezuela (98C) de evacuación. Tan pronto como el gas de dióxido de carbono ha sido evacuado de la cámara (51) de aturdimiento, la puerta (60) lateral se abre y los módulos (52A, 53A, 54A) son transportados mediante cinta o hechos avanzar de otro modo hacia afuera de la cámara (51) de aturdimiento hasta el área (70) de almacenamiento temporal y a continuación al volquete (80) basculante para un procesamiento posterior de las aves aturdidas.

La Figura 5 es otra vista esquemática más de un sistema de aturdimiento de aves de corral de múltiples unidades que utiliza múltiples cámaras de aturdimiento. El sistema ilustrado incluye dos cámaras (151, 152) de aturdimiento cada una de las cuales permite la carga de módulos (160, 161) o hileras de jaulas a través de una puerta (153, 154) de carga frontal y la descarga de los módulos (162, 163) o de hileras de jaulas a través de una puerta (155, 156) lateral hacia una primera cinta (158) transportadora. Los módulos (162, 163) con las aves aturdidas salen de la cámara (151, 152) de aturdimiento respectiva y se mueven a lo largo de la cinta (158) transportadora hasta un área (170) de almacenamiento temporal y eventualmente hasta el volquete (180) basculante o el aparato de verter en el

que las aves son expulsadas o vertidas para un procesamiento posterior. Cuando se han completado los procesos de vertido o volcado, los módulos (181, 182, 183) vacíos retornan para su posible reutilización a través del sistema (159) de transporte de retorno.

En la realización de la Figura 5, las cámaras (151, 152) de aturdimiento funcionan de una manera concurrente pero a la vez escalonada. El modo escalonado facilita la carga de una primera cámara (151) de aturdimiento mientras se desarrolla la operación de aturdimiento de las aves en la segunda cámara (152) de aturdimiento. Cuando se ha completado la operación de aturdimiento de las aves en la segunda cámara (152) de aturdimiento, los módulos (164, 165) que contienen las aves aturdidas salen de la segunda cámara de aturdimiento a través de una puerta (156) lateral hacia el primer sistema (158) transportador mientras se cargan en la segunda cámara (152) módulos (161) adicionales que contienen aves vivas a través de la puerta (154) de carga frontal. Durante esta secuencia, la primera cámara (151) de aturdimiento está llevando a cabo operaciones de aturdimiento de las aves de manera activa en el seno de los módulos (166, 167) en la primera cámara (151) de aturdimiento.

Las aves aturdidas en la segunda cámara (152) de aturdimiento se mueven a lo largo de la primera cinta (158) transportadora hacia un área (170) de almacenamiento temporal y eventualmente al volquete (180) basculante donde las aves se vierten. Después del vertido de las aves, el módulo (151) vacío retorna a través de una segunda cinta (159) transportadora para su uso posterior. De manera concurrente, la operación de aturdimiento de las aves en la primera cámara (151) de aturdimiento se ha completado probablemente y cualquier resto de dióxido de carbono es evacuado de la cámara (151) de aturdimiento. Los módulos (166, 167) que contienen las aves aturdidas salen de la primera cámara (151) de aturdimiento a través de una puerta (155) lateral hacia el primer sistema (158) transportador mientras se cargan en la primera cámara (151) de aturdimiento módulos (160) adicionales que contienen aves vivas a través de la puerta (153) de carga frontal. Durante esta secuencia, la segunda cámara (152) de aturdimiento está llevando a cabo operaciones de aturdimiento de las aves de manera activa. Éste proceso paralelo pero a la vez escalonado que involucra a las dos cámaras de aturdimiento se repite de manera continua permitiendo de esta manera que la operación de aturdimiento del lote parezca similar a una operación de aturdimiento de aves de corral continua mejorando de esta manera la productividad.

Tal como puede apreciarse a partir de las descripciones anteriores de las realizaciones descritas, el proceso de aturdimiento de aves de corral comprende generalmente los siete pasos siguientes: (a) cargar hileras o módulos de jaulas de aves de corral con aves vivas hacia adentro de una cámara de aturdimiento; (b) cerrar o sellar de otro modo de manera estanca la cámara de aturdimiento para encerrar a las aves de corral en su seno, preferiblemente en la oscuridad; (c) hacer recircular la atmósfera en el seno de la cámara de aturdimiento utilizando un ventilador u otro medio de recirculación de aire, (d) introducir el gas de aturdimiento en la atmósfera recirculante de la cámara de aturdimiento; (e) evacuar la atmósfera aislada y el gas de aturdimiento; (f) abrir la cámara de aturdimiento; y (g) descargar o hacer avanzar los módulos desde la cámara de aturdimiento hacía lugares donde se llevarán a cabo operaciones de procesamiento posteriores al aturdimiento. De manera más específica, la introducción del gas de aturdimiento (por ejemplo dióxido de carbono) se lleva a cabo preferiblemente en tres, cuatro o cinco etapas, de manera que cada etapa sucesiva tiene una concentración mayor de gas de aturdimiento. El proceso de aturdimiento descrito anteriormente se repite entonces para aves vivas entrantes. Las operaciones de procesamiento posteriores al aturdimiento incluirían típicamente el vertido o el volcado de las aves; la sujeción de las aves mediante grilletes; el cortado, el desangrado, el desplumado, etc.

El intervalo de tiempo necesario para que una operación de aturdimiento consiga aletargar a las aves de corral y el intervalo de tiempo necesario para que se alcance la pérdida de consciencia o la pérdida de consciencia no recuperable o la muerte dependerá del gas utilizado, de la concentración de gas, del caudal de recirculación de gas, del tipo de ave de corral y de su tamaño. Las concentraciones y las duraciones concretas se seleccionan preferiblemente de manera que minimicen cualesquiera reacciones adversas de las aves de corral en la cámara de aturdimiento y que promuevan el trato compasivo de las aves.

En un ejemplo, pollos de gran tamaño que tienen un peso comprendido en el intervalo entre 3,2 y 3,6 kilogramos (entre 7 y 8 libras) aproximadamente son sometidos a múltiples niveles o etapas de concentración de dióxido de carbono que incluyen: (a) una primera etapa en la que el nivel de dióxido de carbono aumenta hasta un valor ligeramente inferior al 20 por ciento en volumen del aire durante un intervalo de tiempo de aproximadamente 40 segundos para anestesiar a las aves de corral; (b) una segunda etapa en la que el nivel de dióxido de carbono aumenta hasta un valor de aproximadamente el 40 por ciento en volumen del aire durante un intervalo de tiempo de aproximadamente 40 segundos para inmovilizar a las aves de corral; y (c) una tercera etapa en la que el nivel de dióxido de carbono aumenta hasta un valor comprendido en el intervalo entre aproximadamente un 50 y un 55 por ciento en volumen del aire durante un intervalo de tiempo de aproximadamente 65 segundos de tal manera que las aves de corral alcanzan un estado de pérdida de consciencia no recuperable o de muerte.

En este ejemplo, se permiten aproximadamente 60 segundos para cargar las jaulas o los módulos en la cámara de aturdimiento. Adicionalmente, se asignan 40 segundos aproximadamente para evacuar de gas la cámara de aturdimiento, reemplazando la atmósfera pobre en oxígeno con aire fresco así como retirando las jaulas o los módulos de la cámara de aturdimiento hacia el área de almacenamiento temporal. De manera global, la operación

de aturdimiento, en este ejemplo, necesita de aproximadamente 245 segundos para aturdir de manera efectiva múltiples módulos, donde cada módulo contiene aproximadamente 210 pollos.

Más aún, el tamaño y la capacidad de la cámara o cámaras de aturdimiento pueden seleccionarse para que se ajuste mejor a la velocidad de la línea aguas abajo o a la velocidad de procesamiento deseada. En el ejemplo anterior, una cámara de aturdimiento de tres módulos podría aturdir de manera efectiva a 630 pollos en aproximadamente 245 segundos lo que supone un promedio de 150 pollos por minuto. Además, el uso de múltiples cámaras de aturdimiento que funcionan en paralelo permite el escalonamiento del proceso de aturdimiento para aumentar adicionalmente la capacidad del sistema más allá de un promedio de 200 pollos o más por minuto simulando a la vez un proceso continuo.

En un segundo ejemplo, se somete a los pollos a cuatro etapas de aumento progresivo de la concentración de dióxido de carbono que incluyen: (a) una primera etapa en la que el nivel de dióxido de carbono aumenta hasta un valor ligeramente inferior al 20 por ciento aproximadamente en volumen del aire o menos durante un intervalo de tiempo de aproximadamente 60 segundos; (b) una segunda etapa en la que el nivel de dióxido de carbono aumenta hasta un valor de aproximadamente el 30 por ciento en volumen del aire durante un intervalo de tiempo de aproximadamente 45 segundos; (c) una tercera etapa en la que el nivel de dióxido de carbono aumenta hasta un valor de aproximadamente el 40 por ciento en volumen del aire durante un intervalo de tiempo de aproximadamente 30 segundos; y (d) un nivel de dióxido de carbono de aproximadamente el 60 por ciento en volumen del aire durante un intervalo de tiempo de aproximadamente 100 segundos de tal manera que las aves de corral alcanzan un estado de pérdida de consciencia no recuperable o de muerte. El caudal de flujo de recirculación de la atmósfera que contiene dióxido de carbono también se aumentó entre la etapa (a) y la etapa (d) ajustando la velocidad del ventilador. Igual que en el primer ejemplo, se permiten aproximadamente 60 segundos para cargar los módulos en la cámara de aturdimiento y se asignan aproximadamente 40 segundos para evacuar de gas la cámara de aturdimiento, reemplazando la atmósfera pobre en oxígeno con aire fresco y retirando los módulos de la cámara de aturdimiento hacia el área de almacenamiento temporal. En este ejemplo, la operación global de aturdimiento con dióxido de carbono necesita de aproximadamente 335 segundos para aturdir de manera efectiva múltiples módulos, donde cada módulo contiene aproximadamente 210 pollos o más.

De nuevo, el tamaño y la capacidad de la cámara o cámaras de aturdimiento pueden seleccionarse para que se ajuste mejor a la velocidad de la línea aguas abajo o a la velocidad de procesamiento deseada. En este segundo ejemplo, una cámara de aturdimiento de tres módulos podría aturdir de manera efectiva a 630 pollos o más en aproximadamente 335 segundos lo que supone un promedio de aproximadamente 120 pollos por minuto. Igual que en el ejemplo descrito anteriormente, el uso de múltiples cámaras de aturdimiento que funcionan de una manera escalonada puede aumentar adicionalmente la capacidad total del sistema simulando a la vez un proceso continuo de aturdimiento de pollos.

Un proceso típico de cinco pasos incluiría: (a) una primera etapa en la que el nivel de dióxido de carbono en la atmósfera aislada aumenta hasta un valor de aproximadamente el 20 por ciento en volumen del aire o menos durante un intervalo de tiempo de aproximadamente 60 segundos; (b) una segunda etapa en la que el nivel de dióxido de carbono aumenta hasta un valor comprendido en el intervalo entre aproximadamente un 25 y un 30 por ciento en volumen del aire durante un intervalo de tiempo de aproximadamente 60 segundos; (c) una tercera etapa en la que el nivel de dióxido de carbono aumenta hasta un intervalo comprendido entre aproximadamente un 30 y un 36 por ciento en volumen del aire durante un intervalo de tiempo de aproximadamente 60 segundos; (d) un nivel de dióxido de carbono comprendido en el intervalo entre aproximadamente un 36 y un 40 por ciento en volumen del aire durante un intervalo de tiempo de aproximadamente 60 segundos; y (e) un nivel de dióxido de carbono comprendido en el intervalo entre aproximadamente un 50 y un 60 por ciento en volumen del aire durante un intervalo de tiempo de aproximadamente 120 segundos de tal manera que las aves de corral mueren o alcanzan un estado de pérdida de consciencia no recuperable o de muerte. Se asignan aproximadamente 30 segundos para evacuar de gas la cámara de aturdimiento, reemplazando la atmósfera pobre en oxígeno con aire fresco y retirando los módulos de la cámara de aturdimiento hacia el área de almacenamiento temporal.

Volviendo a hacer referencia a la Figura 1 y a la Figura 2, el sistema (20) de control de aturdimiento de aves de corral descrito en las Figuras está adaptado para proporcionar un funcionamiento seguro y eficiente del sistema (10) de aturdimiento. Los componentes del sistema (20) de control de aturdimiento de aves de corral incluyen una unidad de control que incorpora un dispositivo PLC, una interfaz de operación y un visualizador, una pluralidad de botones e interruptores de operación. Un analizador de gas de dióxido de carbono y los sensores asociados están acoplados funcionalmente al sistema de control de aturdimiento de aves de corral; y una pluralidad de válvulas de gas, reguladores de tiro, y ventiladores que hacen circular de manera forzada gases seleccionados a través de la atmósfera aislada y que evacúan la atmósfera aislada de la cámara de aturdimiento después de que se completa la operación de aturdimiento. El control del subsistema de inyección de dióxido de carbono, del subsistema de evacuación de gas, y de las puertas de carga/descarga resulta de particular importancia para el control del sistema (10) de aturdimiento de aves de corral.

El subsistema de inyección de dióxido de carbono, conjuntamente con la unidad (20) de control, suministra una

cantidad controlada de vapor de dióxido de carbono para aturdir a las aves de corral. La unidad (20) de control ajusta de manera automática la cantidad de dióxido de carbono y el caudal de flujo sobre la base de datos introducidos por el usuario para ajustarse a los cambios experimentados en el tamaño y la cantidad de aves de corral, y de condiciones del entorno tales como la temperatura y la presión. En la realización preferida, las aves de corral están sometidas a niveles múltiples de concentración de dióxido de carbono para aturdirlas de manera efectiva y minimizar las reacciones adversas. En la realización preferida, el dióxido de carbono es administrado en tres, cuatro o cinco etapas. Los tiempos y las concentraciones de dióxido de carbono concretas que se necesitan para cada etapa pueden variar según las condiciones de las aves de corral y pueden ser modificadas por el operario durante la configuración o la puesta en marcha del sistema (10) de aturdimiento de aves de corral.

El subsistema de inyección de dióxido de carbono preferido incluye una fuente de dióxido de carbono, un circuito de dióxido de carbono, y un dispositivo de inyección o más de uno. El circuito de dióxido de carbono preferido incluye adicionalmente una válvula de control o más de una, un medidor de flujo, un medidor de presión, sensores de temperatura, un regulador de presión, dispositivos para liberación de presión, una analizador de gas, así como conductos y distribuidores de flujo apropiados. En la realización preferida, el sistema de aturdimiento produce dióxido de carbono gaseoso mediante la vaporización de dióxido de carbono líquido contenido en un depósito de almacenamiento de gran capacidad u otra fuente de dióxido de carbono líquido. El vapor de dióxido de carbono es forzado a pasar al circuito de dióxido de carbono a través de una válvula de control principal. La válvula de control principal está acoplada funcionalmente a la unidad de control y está adaptada para aislar el sistema de aturdimiento del suministro de dióxido de carbono y para cerrar el flujo de dióxido de carbono cuando se dan unas condiciones específicas, tales como presiones anómalas en el sistema, condiciones de seguridad adversas, condiciones atmosféricas peligrosas, y una parada de emergencia iniciada por el usuario.

El caudal de flujo, la temperatura de vapor, la presión de suministro, y la presión regulada en el seno del circuito de dióxido de carbono, así como la concentración de dióxido de carbono en el seno de la cámara de aturdimiento, se monitorizan de manera continua para condiciones anómalas que podrían hacer que el sistema alertase al operario y, en algunas ocasiones, cerrase el flujo de dióxido de carbono o de otro modo detuviese el proceso de aturdimiento. También se mide el flujo volumétrico de dióxido de carbono para estimar el uso de dióxido de carbono por cada ciclo de aturdimiento. Tal información sobre el sistema de inyección de dióxido de carbono es recogida y enviada a la unidad de control para su análisis y visualización posterior.

El subsistema de evacuación de gas incluye un ventilador de evacuación y monitores de atmósfera peligrosa para retirar vapores de dióxido de carbono del sistema de aturdimiento y del área inmediatamente circundante y para dirigir de manera segura los vapores de dióxido de carbono hacia una zona alejada del área de procesamiento. Preferiblemente, el sistema de evacuación de gas y el monitor de atmósfera peligrosa deben ser activados para que pueda desarrollarse la operación de aturdimiento.

El presente sistema y el presente método proporcionan beneficios notables cuando se comparan con muchas operaciones de aturdimiento actuales basadas en electricidad. En particular, el presente aturdimiento en atmósfera controlada con dióxido de carbono proporciona una reducción de entre un 1% y un 3% en la rotura de alas de los pollos y no produce signos visibles de heridas lo que se traduce en una mayor producción de pollos procesados. El sistema y el proceso de aturdimiento por dióxido de carbono descritos anteriormente también parecen inducir menos estrés en los pollos lo que se traduce en un aumento del 0,7% en la absorción de agua durante los procesos posteriores de enfriamiento y un mayor nivel de pH en la carne en comparación con los pollos aturdidos de manera eléctrica. La observación visual de los pollos durante las operaciones de aturdimiento de tres, cuatro o cinco etapas muestra que los pollos están generalmente muy calmados. Finalmente, debido a que los pollos están en un estado de pérdida de consciencia no recuperable o de muerte cuando son vertidos o volcados, se produce un aumento dramático en la productividad y las condiciones de trabajo en el área de golpeo de pollos. Como resultado de ello, el presente sistema y el presente método de aturdimiento en atmósfera controlada podrían posibilitar un proceso de sujeción de los pollos mediante grilletes semiautomático o completamente automático.

Pueden contemplarse realizaciones alternativas del sistema de aturdimiento de aves de corral que incluyen una pluralidad de cámaras de aturdimiento o de áreas de aturdimiento, donde cada una de ellas tiene una concentración de dióxido de carbono diferente. En tales realizaciones con múltiples cámaras, se desplaza una jaula con aves de corral confinadas desde una cámara o área de aturdimiento que tiene una atmósfera que contiene dióxido de carbono en una concentración que corresponde a una etapa del proceso de múltiples etapas hacia una segunda cámara o área de aturdimiento que tiene una atmósfera que contiene dióxido de carbono en una concentración que corresponde a una etapa diferente del proceso de múltiples etapas. El proceso de aturdimiento real todavía se lleva a cabo por lotes donde cada jaula o módulo permanece estacionario en la cámara de aturdimiento durante el intervalo de tiempo prefijado antes de moverse hacia una cámara de aturdimiento posterior. Por ejemplo, la Figura 6 representa de manera esquemática la realización de múltiples cámaras, donde cada cámara 181, 182, 183, 184, 185 y 186 de aturdimiento tiene una concentración de dióxido de carbono diferente que corresponde a diferentes etapas de la operación de aturdimiento y una cámara 190 de evacuación de gas. Se utiliza una esclusa de aire, puertas selladas de manera estanca, cortinas flexibles u otro medio de barrera para mantener las concentraciones de dióxido de carbono en cada una de las cámaras de aturdimiento en los niveles o cerca de los niveles prefijados durante el

funcionamiento del sistema y durante el movimiento de las jaulas (ver flecha 195) desde una cámara hasta la siguiente. Una pluralidad de jaulas 171, 172, 173, 174, 175, y 176 son desplazadas de manera secuencial a través de cada una de las cámaras de aturdimiento. En la presente realización, la concentración de dióxido de carbono en la cámara 181 tiene un valor de aproximadamente un 19% para la Etapa 1 del proceso de aturdimiento; la concentración de dióxido de carbono en la cámara 182 tiene preferiblemente un valor de aproximadamente un 28% para la Etapa 2 del proceso de aturdimiento; la concentración de dióxido de carbono en la cámara 183 tiene preferiblemente un valor de aproximadamente un 33% para la Etapa 3 del proceso de aturdimiento; la concentración de dióxido de carbono en la cámara 184 tiene un valor de aproximadamente un 38% para la Etapa 4 del proceso de aturdimiento; y las concentraciones de dióxido de carbono en las cámaras 185 y 186 tienen preferiblemente valores de aproximadamente un 52% para las Etapas 5 y 6 del proceso de aturdimiento de múltiples etapas.

Las Figuras 7A y 7B muestran una representación esquemática de un sistema de aturdimiento de aves de corral de múltiples cámaras en múltiples etapas. En la realización ilustrada, lotes de aves de corral confinadas en las jaulas 254, 255, 256, 257, 258, 259 se sitúan por encima de y alineadas con pozos 206, 205, 204, 203, 202, 201, respectivamente, que contienen gas de dióxido de carbono. Puesto que el gas de dióxido de carbono es más pesado que el aire, el gas de dióxido de carbono permanece y se asienta generalmente en los pozos de manera estacionaria. Para conseguir la operación de aturdimiento, se hace descender la jaula 259 (ver flecha 240) hacia adentro del pozo 201 de dióxido de carbono y permanece sumergida en el pozo 201 de dióxido de carbono durante un período de tiempo prefijado para la Etapa 1 del proceso de aturdimiento de múltiples etapas. Se hace ascender entonces a la jaula 259 sacándola del pozo 201 y se la desplaza lateralmente (ver flecha 230) utilizando una cinta 250 transportadora con el fin de situarla sobre el pozo 202. Se hace descender entonces a la jaula 259 de nuevo hacia adentro del pozo 202 de dióxido de carbono y ésta permanece sumergida en el pozo 202 de dióxido de carbono durante un período de tiempo prefijado para la Etapa 2 del proceso de aturdimiento de múltiples etapas. Se hace ascender entonces a la jaula 259 sacándola del pozo 202 y se la desplaza lateralmente de nuevo con el fin de situarla sobre el pozo 203. El proceso de hacer descender una jaula y un lote de aves de corral hacia adentro de los pozos de dióxido de carbono se repite hasta que se completa el número de etapas deseado. El pozo final es un pozo 220 de evacuación de gas donde se hace pasar aire fresco de reposición a través de la jaula para ayudar en la evacuación de dióxido de carbono antes de mover a las aves de corral hacia el siguiente paso de procesamiento. El medio para hacer descender y desplazar lateralmente las jaulas vis a vis con los pozos de dióxido de carbono puede consistir en cualquier sistema transportador conocido que permita tanto un movimiento lateral como un movimiento vertical de las jaulas, según resulte necesario.

Tal como se muestra en las Figuras 7A y 7B, el sistema ilustrado permite que una pluralidad de jaulas (por ejemplo, seis jaulas diferentes) sufran el proceso de aturdimiento de manera concurrente de modo que cada una de las jaulas individuales está situada sobre un pozo de dióxido de carbono diferente para las diferentes etapas de la operación de aturdimiento y permanece sumergida en el pozo de dióxido de carbono durante un período de tiempo prefijado. En la realización ilustrada, cada uno de los seis pozos de dióxido de carbono posee la concentración de gas de dióxido de carbono necesaria para esa etapa en el proceso de aturdimiento. En la realización preferida, las concentraciones de dióxido de carbono en los pozos aumentan generalmente cuando las etapas se van sucediendo. Por ejemplo, la concentración de dióxido de carbono en el pozo 201 tiene un valor de aproximadamente un 19% para la Etapa 1 del proceso de aturdimiento; la concentración de dióxido de carbono en el pozo 202 tiene preferiblemente un valor de aproximadamente un 28% para la Etapa 2 del proceso de aturdimiento; la concentración de dióxido de carbono en el pozo 203 tiene preferiblemente un valor de aproximadamente un 33% para la Etapa 3 del proceso de aturdimiento; la concentración de dióxido de carbono en el pozo 204 tiene un valor de aproximadamente un 38% para la Etapa 4 del proceso de aturdimiento; y las concentraciones de dióxido de carbono en el pozo 205 y en el pozo 206 tienen preferiblemente un valor de aproximadamente un 52% para las Etapas 5 y 6 del proceso de aturdimiento de múltiples etapas. Periódicamente, se añade dióxido de carbono adicional a cada uno de los pozos de dióxido de carbono para mantener las concentraciones de dióxido de carbono en los niveles prefijados. El período de tiempo durante el cual cada jaula permanece sumergida en los pozos de dióxido de carbono es de aproximadamente 60 segundos.

De manera similar, las Figuras 8A y 8B muestran una representación esquemática de otro sistema de aturdimiento de aves de corral de múltiples etapas. En esta realización, los pozos 301, 302, 303, 304, 305, y 306 de dióxido de carbono se elevan o se sitúan a mayor altura (ver flecha 340) para contener a las jaulas 359, 358, 357, 356, 355, y 354 respectivamente y para sumergir a las aves de corral confinadas en las jaulas en una atmósfera que contiene dióxido de carbono. Tal como ocurría en las realizaciones de las Figuras 6A y 6B, cada uno de los pozos 301, 302, 303, 304, 305, y 306 designados contienen una concentración de gas de dióxido de carbono prefijada que generalmente aumenta. Para conseguir la operación de aturdimiento, se eleva el pozo 301 (ver flecha 340) para contener a la jaula 359 en la que las aves de corral permanecen sumergidas en la atmósfera de dióxido de carbono durante un intervalo de tiempo prefijado para la Etapa 1 del proceso de aturdimiento de múltiples etapas. Se hace descender a continuación al pozo 301 y se desplaza lateralmente la jaula 359 (ver flecha 330) a lo largo de una cinta transportadora o de una plataforma 350 de rodamiento con el fin de situarla por encima de y alineada con el pozo 302. Se hace ascender entonces el pozo 302 para contener completamente a la jaula 359 de tal manera que las aves de corral permanezcan sumergidas en la atmósfera de dióxido de carbono del pozo 301 durante un intervalo de tiempo prefijado para la Etapa 2 del proceso de aturdimiento de múltiples etapas. Se hace descender a continuación

el pozo 302 y se desplaza lateralmente la jaula 359 de nuevo con el fin de situarla por encima de y alineada con el pozo 303. El proceso de hacer ascender un pozo de dióxido de carbono para sumergir a las aves de corral en la atmósfera que contiene dióxido de carbono se repite hasta que se completa el número de etapas deseado. El pozo final es un pozo 320 de evacuación de gas donde se hace pasar aire fresco de reposición a través de la jaula para ayudar en la evacuación del dióxido de carbono antes de mover a las aves de corral hacia el siguiente paso de procesamiento.

La realización de las Figuras 8A y 8B permite también que una pluralidad de jaulas sufran el proceso de aturdimiento de manera concurrente con cada una de las jaulas individuales situadas sobre un pozo de dióxido de carbono diferente para las diferentes etapas de la operación de aturdimiento. Las aves de corral permanecen sumergidas en el pozo de dióxido de carbono durante un período de tiempo prefijado que tiene un valor de aproximadamente 60 segundos o más. De manera similar a la realización anterior, cada uno de los pozos de dióxido de carbono posee la concentración de gas de dióxido de carbono necesaria para esa etapa del proceso de aturdimiento. En la realización preferida, las concentraciones de dióxido de carbono en los pozos generalmente aumentan cuando las etapas van avanzando. Se añade dióxido de carbono adicional de manera periódica a cada uno de los pozos de dióxido de carbono para mantener las concentraciones de dióxido de carbono en los niveles prefijados.

A partir de todo lo anterior, debería apreciarse que la presente invención proporciona por lo tanto un sistema y un método para aturdir aves de corral, tales como pollos, con gas. Mientras que la invención descrita en la presente memoria se ha descrito por medio de realizaciones específicas y procesos asociados a las mismas, pueden llevarse a cabo numerosas modificaciones y variaciones a las mismas por parte de aquellas personas expertas en la técnica sin apartarse del alcance de la invención tal como se establece en las reivindicaciones y sin sacrificar todas sus ventajas materiales. Por ejemplo, el presente sistema de aturdimiento puede adaptarse para procesar jaulas o módulos de tamaño variable desde valores tan pequeños como 20 pollos por módulo hasta valores tan altos como 300 pollos por módulo o más. Asimismo, el número de módulos procesados y el número de cámaras de aturdimiento separadas o de cubas de dióxido de carbono también puede variar en función de la distribución en planta y de las velocidades de proceso de la línea aguas abajo.

REIVINDICACIONES

1.- Un método para aturdir y matar aves de corral en atmósfera controlada que comprende los pasos de:

(i) cargar un lote de aves de corral o más de uno en una cámara de aturdimiento;
(ii) encerrar de manera sellada y estanca el lote o los lotes de aves de corral en la cámara de aturdimiento para aislar la atmósfera próxima a las aves de corral;
(iii) introducir una mezcla gaseosa en la atmósfera aislada con un primer nivel o intervalo de concentración y hacer recircular de manera forzada la atmósfera aislada en el seno de la cámara de aturdimiento durante un primer intervalo de tiempo prefijado;
(iv) introducir una mezcla gaseosa adicional en la atmósfera aislada con un segundo nivel o intervalo de concentración y hacer recircular de manera forzada la atmósfera aislada alrededor de la cámara de aturdimiento durante un segundo intervalo de tiempo prefijado;
(v) introducir una mezcla gaseosa adicional en la atmósfera aislada con un tercer nivel o intervalo de concentración y hacer recircular de manera forzada la atmósfera aislada alrededor de la cámara de aturdimiento durante un tercer intervalo de tiempo prefijado que resulte suficiente para matar a las aves de corral;
(vi) evacuar de manera forzada la mezcla gaseosa de la atmósfera aislada; y
(vii) hacer avanzar a las aves de corral muertas desde la cámara de aturdimiento.

2.- El método según la reivindicación 1 en el que la mezcla gaseosa introducida en la atmósfera aislada comprende dióxido de carbono, argón, nitrógeno o mezclas de los mismos.

3.- El método según la reivindicación 1 en el que las aves de corral son pollos o pavos y cada lote de pollos o pavos incluye al menos 20 aves de corral.

4.- El método según la reivindicación 1 que comprende adicionalmente el paso de cargar lotes adicionales de aves de corral dentro de la cámara de aturdimiento mientras las aves de corral aturdidas se hacen avanzar desde la cámara de aturdimiento a un área de procesamiento posterior.

5.- El método según la reivindicación 1 en el que el paso de encerrar de manera sellada y estanca el lote o los lotes de aves de corral en la cámara de aturdimiento comprende adicionalmente encerrar a las aves de corral en la oscuridad.

6.- El método según la reivindicación 1 que comprende adicionalmente al menos dos cámaras de aturdimiento y en el que las aves de corral pertenecientes a los mencionados lotes de aves de corral en la primera cámara de aturdimiento están siendo aturdidas de manera concurrente a la carga de lotes de aves de corral en la segunda cámara de aturdimiento.

7.- El método según la reivindicación 1 que comprende adicionalmente al menos dos cámaras de aturdimiento y en el que las aves de corral pertenecientes a los mencionados lotes de aves de corral se hacen avanzar desde la primera cámara de aturdimiento hacia el área de procesamiento de manera concurrente con el aturdimiento de las aves de corral pertenecientes a los lotes de aves de corral en la segunda cámara de aturdimiento.

8.- Un sistema para aturdir y matar aves de corral en atmósfera controlada que comprende:

una cámara de aturdimiento que posee una entrada y una salida, donde la cámara de aturdimiento define una atmósfera aislada;
un subsistema de introducción de gas adaptado para introducir niveles prefijados de dióxido de carbono en la atmósfera aislada en la cámara de aturdimiento;
un subsistema de recirculación de atmósfera adaptado para hacer recircular la atmósfera aislada en el seno de la cámara de aturdimiento;
un subsistema de evacuación de gas adaptado para evacuar el dióxido de carbono de la cámara de aturdimiento;
un sistema de control adaptado para controlar el funcionamiento del subsistema de recirculación de atmósfera, el subsistema de introducción de gas, y el subsistema de evacuación de gas,
caracterizado por que
el sistema de control controla los subsistemas para introducir el dióxido de carbono en la atmósfera aislada en un primer nivel o intervalo de concentración y para hacer recircular de manera forzada del dióxido de carbono en el seno de la cámara de aturdimiento durante un primer intervalo de tiempo prefijado, para introducir a continuación dióxido de carbono adicional en la atmósfera aislada para alcanzar un segundo nivel o intervalo de concentración y para hacer recircular el dióxido de carbono en el seno de la cámara de aturdimiento durante un segundo intervalo de tiempo prefijado, y para introducir dióxido de carbono adicional en la atmósfera aislada para alcanzar un tercer nivel o intervalo de concentración y hacer recircular de manera forzada el dióxido de carbono en el seno de la cámara de aturdimiento durante un tercer intervalo de tiempo prefijado que resulte suficiente para matar a las aves de corral.

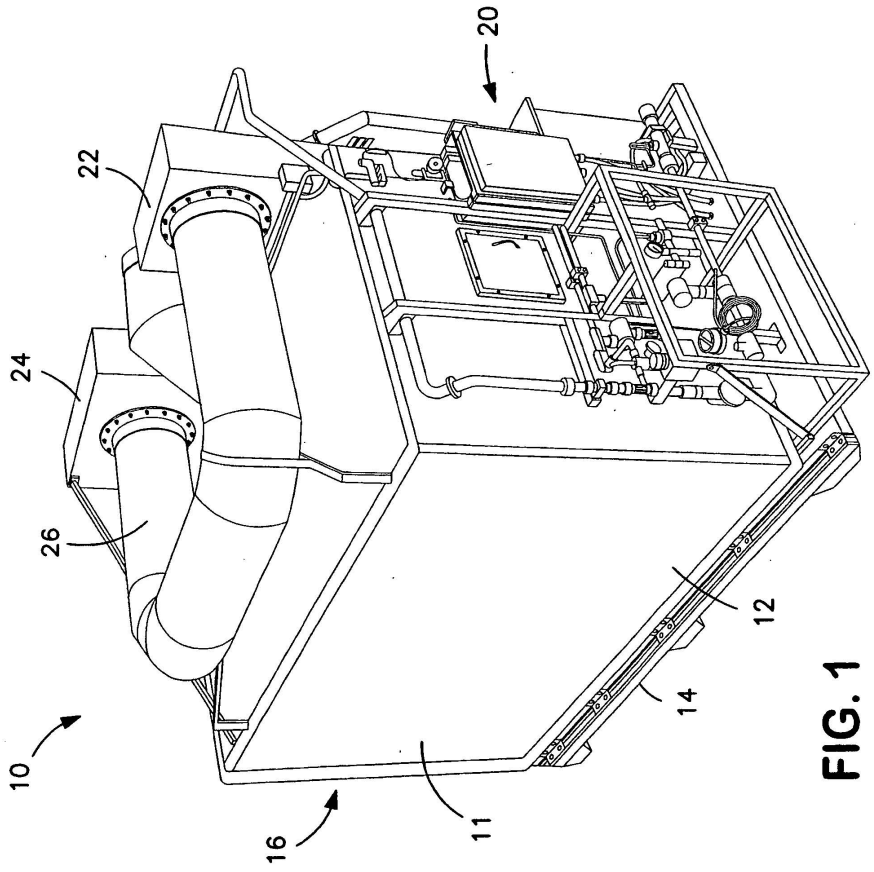

FIG. 1

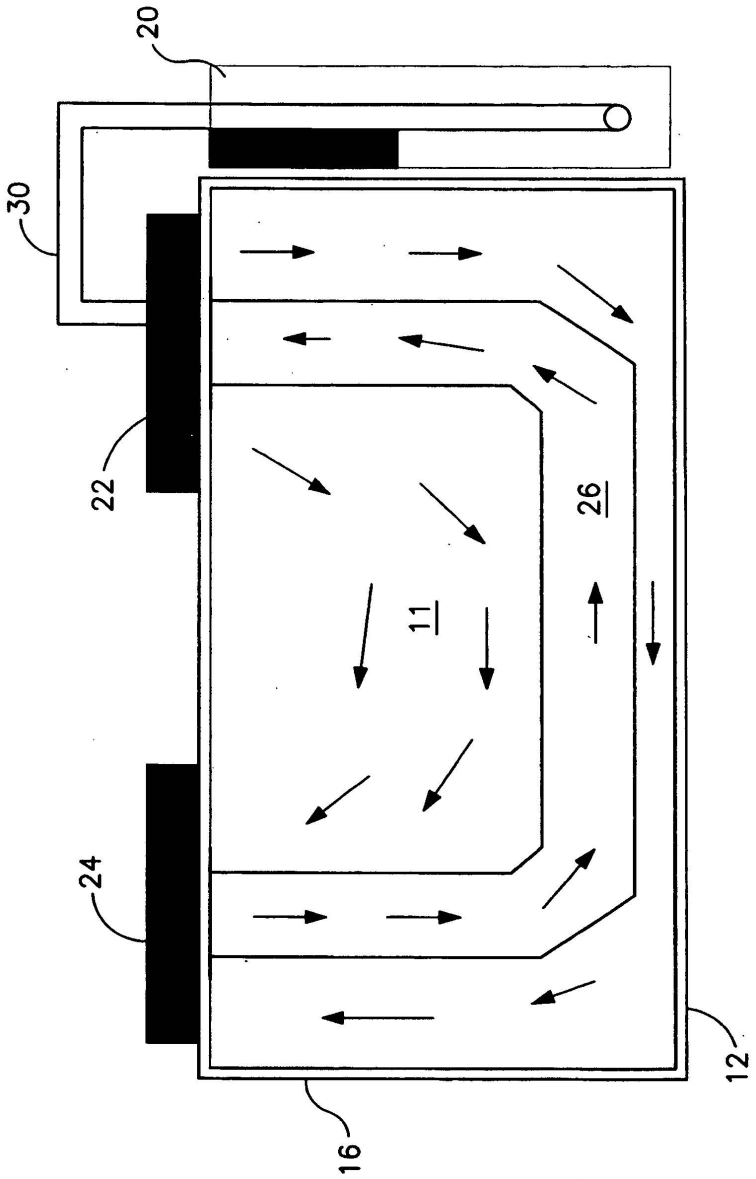

FIG. 2

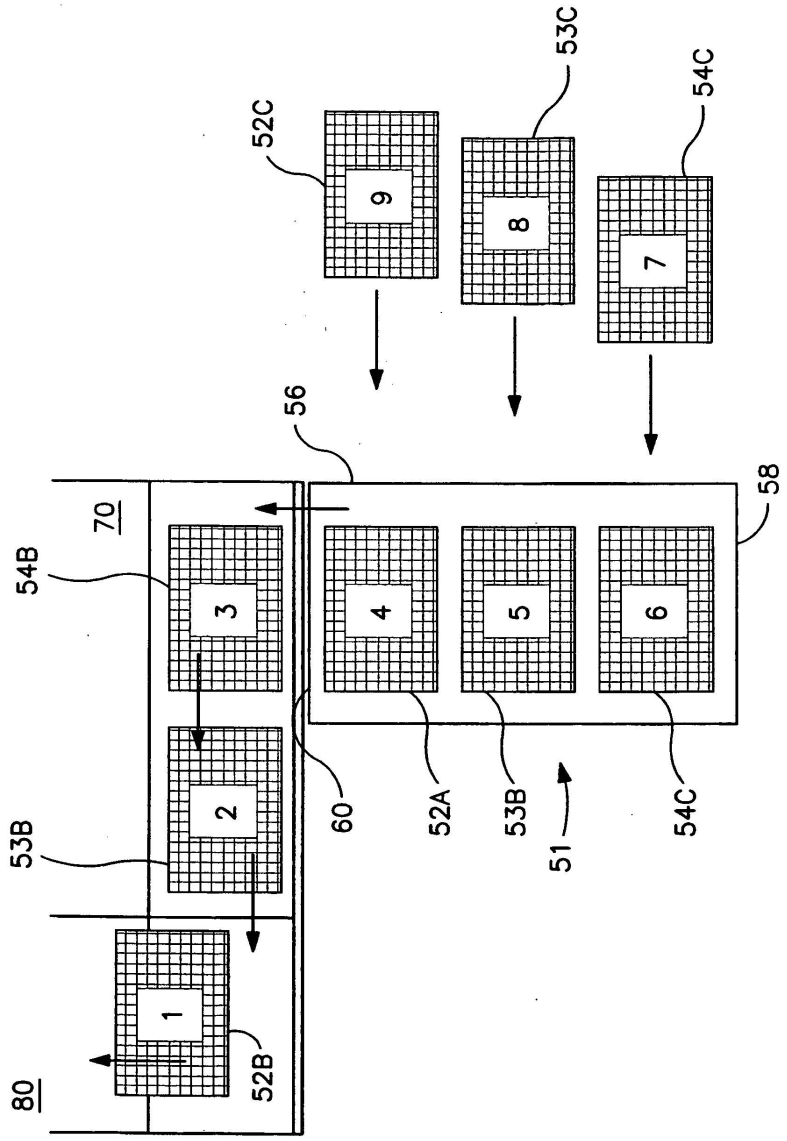

FIG. 3

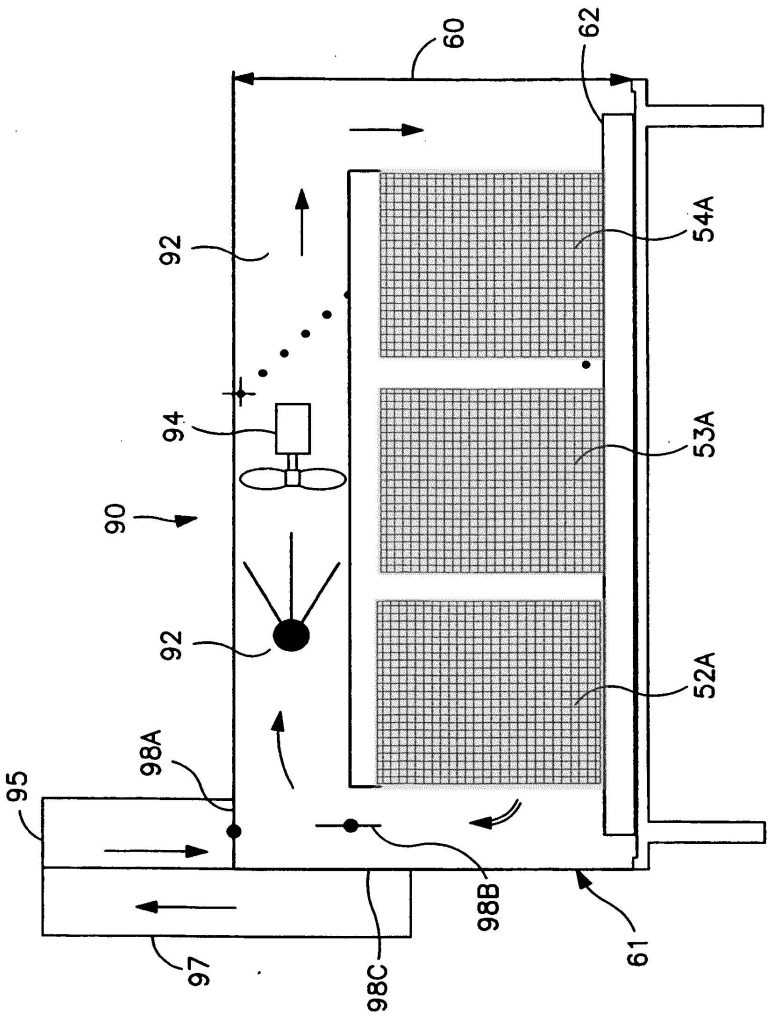

FIG. 4

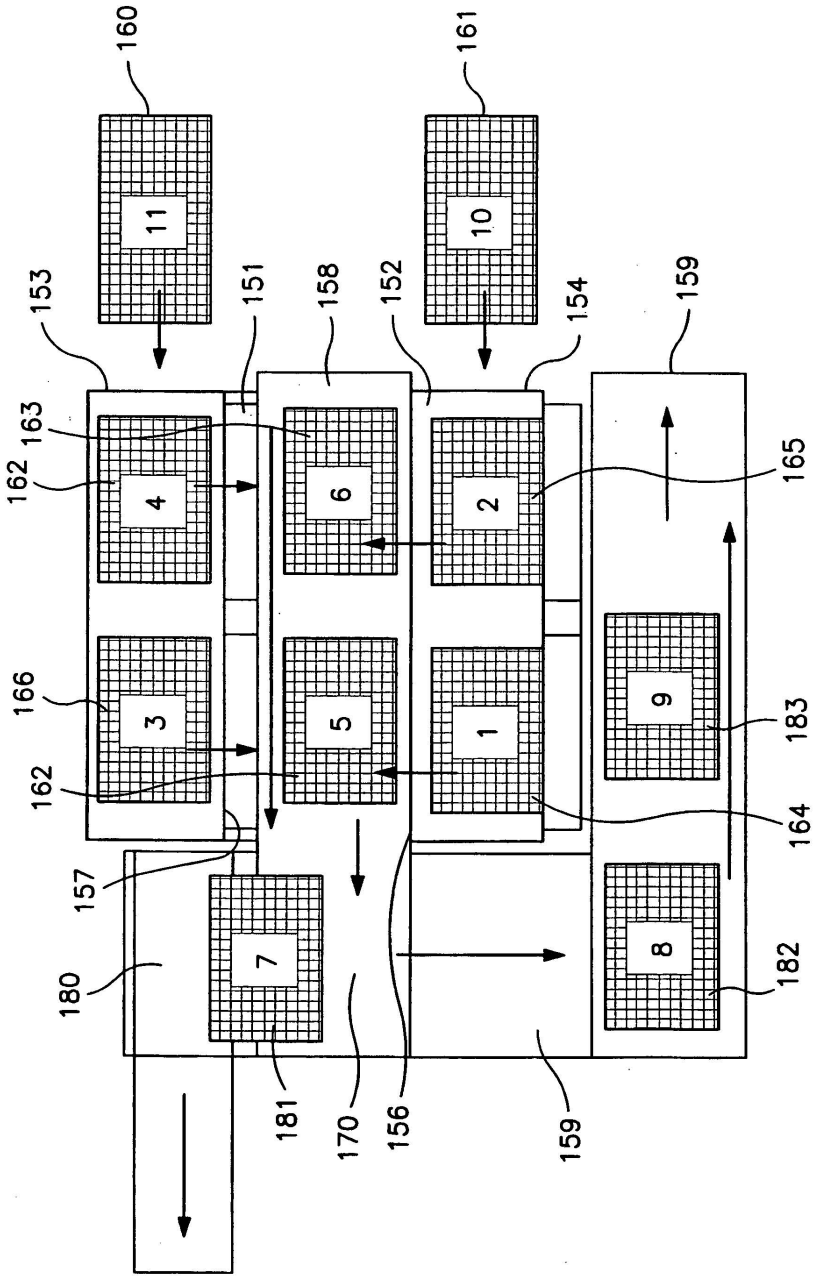
160
161
11
10
153
151
158
152
154
159
163
162
4
6
2
165
166
3
5
1
9
183
162
164
157
7
8
180
182
181
170
156
159

FIG. 5

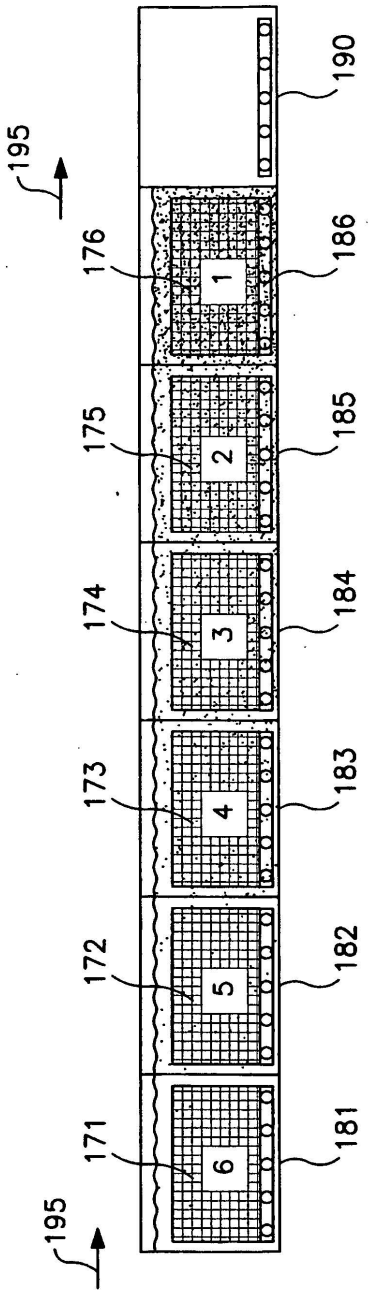
195
176
175
174
173
172
171
195
1
2
3
4
5
6
186
185
184
183
182
181
190

FIG. 6

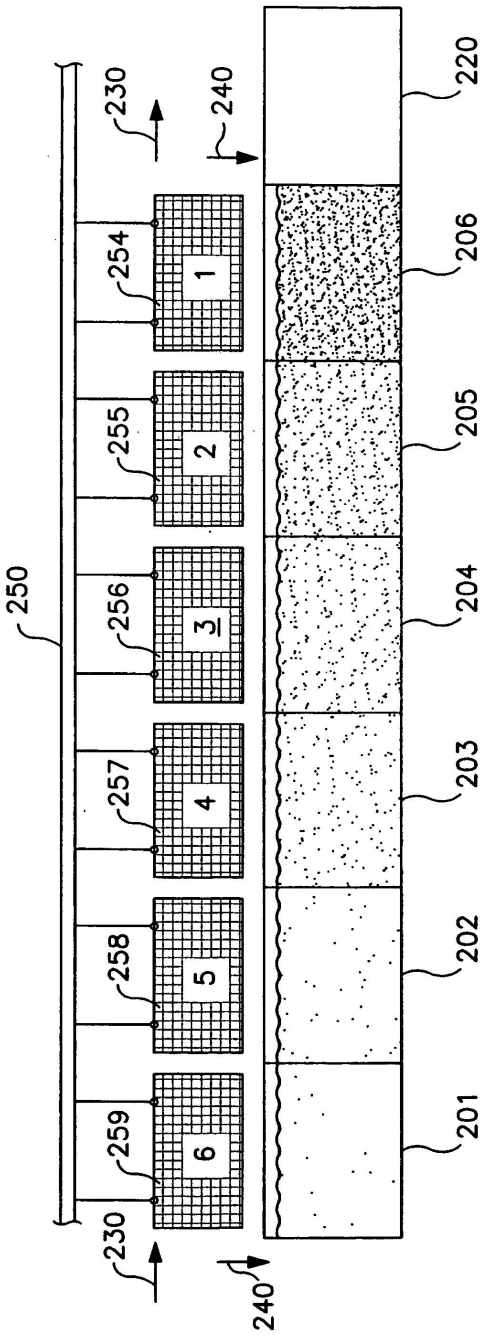
250
230
240
254
255
256
257
258
259
1
2
3
4
5
6
220
206
205
204
203
202
201

FIG. 7A

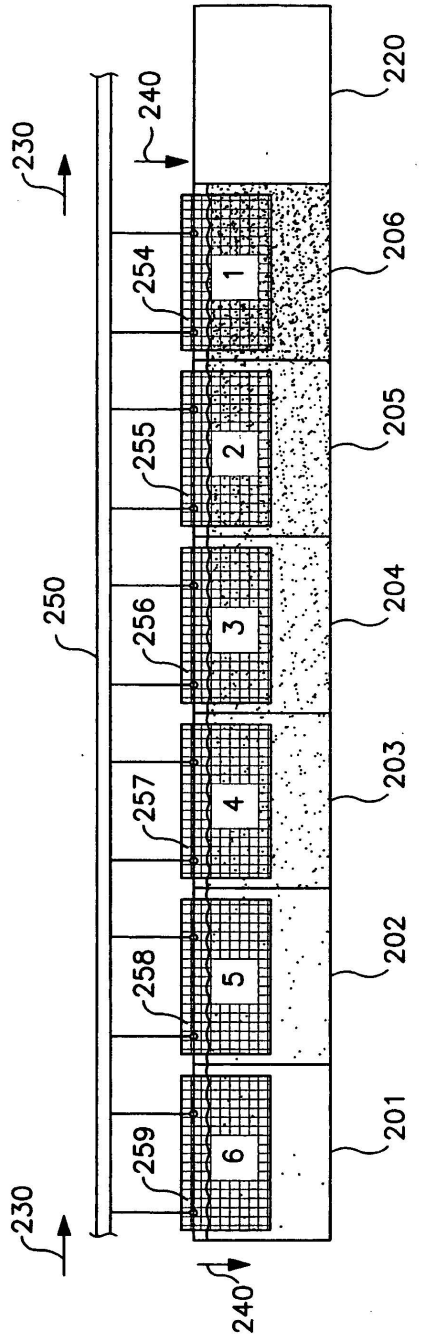
230
240
220
254
1
206
255
2
205
250
256
3
204
257
4
203
258
5
202
259
6
201
230
240

FIG. 7B

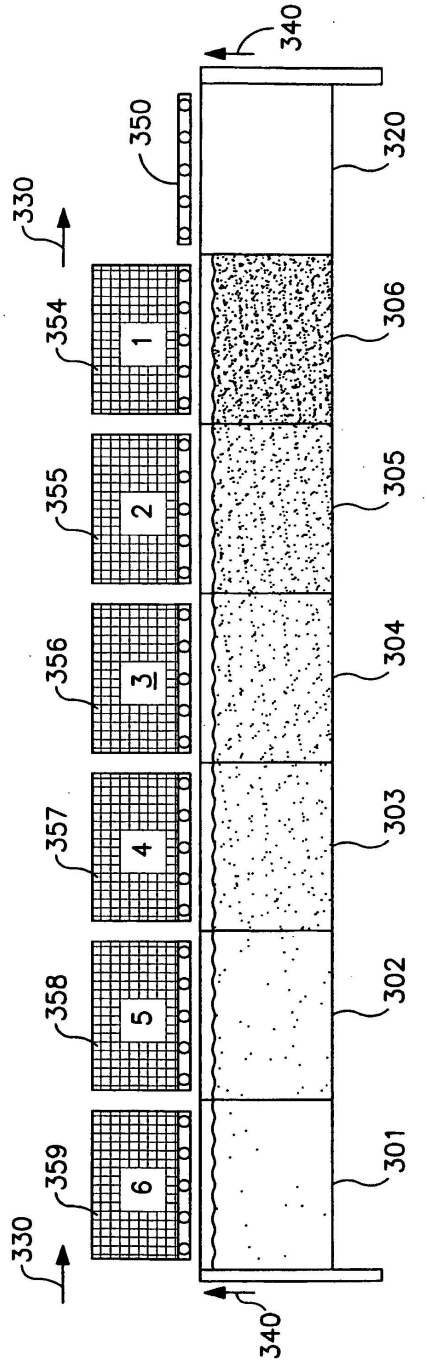
340
350
320
330
354
1
306
355
2
305
356
3
304
357
4
303
358
5
302
359
6
301
330
340

FIG. 8A

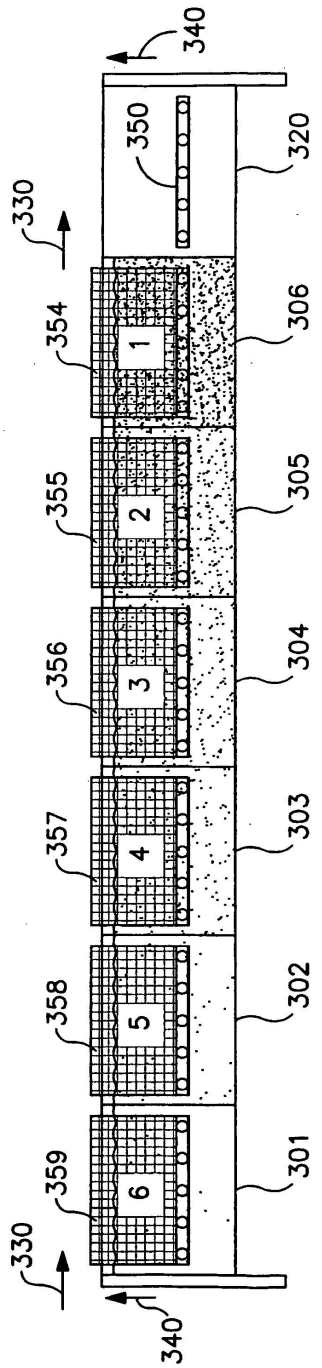
340
350
320
330
354
306
355
305
356
304
357
303
358
302
359
301
330
340

FIG. 8B